

Analisis Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Penetralkan Asam Menggunakan Batugamping Dengan Metode ABCC

Firman¹, Dewy Kumala Tehuayo², Nurliah Jafar², Habibie Anwar², Suryanto Bakri², Abdul Salam Munir², Harwan Harwan², Sitti Riatmi Nurhawaisyah², Firman Nullah Yusuf^{2}*

1. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Khairun Ternate, Indonesia

2. Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia, Indonesia

*Email: firmannullah.yusuf@umi.ac.id

SARI

Air asam tambang adalah air yang terbentuk akibat dari kegiatan penambangan dengan pH rendah ($\text{pH} < 6$) sebagai dampak dibukanya suatu potensi keasaman batuan, sehingga menimbulkan permasalahan terhadap kualitas air dan tanah, dimana pembentukannya dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu air, oksigen, dan batuan yang mengandung mineral-mineral sulfida. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan 1, 3 dan 5 menit pada proses penetralan asam. Metode *acid buffering characteristic curve* (ABCC) melibatkan titrasi lambat sampel dengan asam sambil terus memantau pH. Material yang digunakan dalam proses pengolahan air asam tambang adalah bahan yang memiliki alkalinitas seperti batugamping. Berdasarkan hasil pengujian dengan menggunakan variabel waktu pengadukan 1, 3 dan 5 menit didapatkan pH awal untuk waktu 1 menit (pH awal 8,45, pH akhir 6,01), waktu pengadukan 3 menit (pH awal 8,51, pH akhir 6,23) dan waktu pengadukan 5 menit (pH awal 8,68, pH akhir 6,71). Dari hasil pengujian kualitas tersebut dapat diketahui bahwa variabel waktu dapat mempengaruhi proses penetralan asam. Semakin lama waktu pengadukan maka waktu (kecepatan) reaksi antara batugamping dengan air asam tambang akan semakin lama sehingga kualitas air yang dihasilkan akan semakin baik pula (pH semakin tinggi).

Kata Kunci: Air Asam Tambang; *Acid Buffering Characteristic Curve*; Alkalinitas.

ABSTRACT

Acid Mine Drainage (AMD) is water formed as a result of mining activities with a low pH ($\text{pH} < 6$) as a result of the opening of a potential acidity of rocks, causing problems with water and soil quality, where its formation is influenced by three main factors, namely water, oxygen, and rocks containing sulfide minerals. This study aims to determine the effect of time mixing 1, 3 and 5 minutes on the acid neutralization process.

How to Cite: Firman, Tehuayo, D.K., Jafar, N., Yusuf, F.N., Anwar, H., Bakri, S., Munir, A.S., Harwan, H., Nurhawaisyah, S.R., 2021. Analisis Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap Penetralkan Asam Menggunakan Batugamping Dengan Metode ABCC. Jurnal Geomine, 9(1): 55-72.

Published By:

Fakultas Teknologi Industri
Universitas Muslim Indonesia

Address:

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05
Makassar, Sulawesi Selatan

Email:

geomine@umi.ac.id

Article History:

Submitted 03 Maret 2021
Received in from 05 Maret 2021
Accepted 27 April 2021

Lisensec By:

[Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)



The acid buffering characteristic curve (ABCC) method involves slow titration of the sample with the acid while continuously monitoring the pH. The material used in the acid mine Drainage treatment process is a material that has alkalinity such as limestone. Based on the test results using the variable stirring time of 1, 3 and 5 minutes, the initial pH was obtained for 1 minute (initial pH 8.45, final pH 6.01), stirring time for 3 minutes (initial pH 8.51, final pH 6, 23) and 5 minutes of stirring time (initial pH 8.68, final pH 6.71). From the quality test results, it can be seen that the time variable can affect the acid neutralization process. The longer the stirring time, the longer the reaction time (speed) between limestone and acid mine drainage so that the quality of the water produced will be better (higher pH).

Keywords: Acid Mine Drainage; Acid Buffering Characteristic Curve; Alkalinity.

PENDAHULUAN

Di Indonesia, fenomena air asam tambang (AAT) baru menjadi perhatian pada akhir tahun 1980an dan awal tahun 1990an. Beberapa tambang, baik tambang bijih maupun batubara yang dioperasikan oleh perusahaan tambang internasional telah memulai melakukan karakterisasi geokimia batuan untuk menentukan apakah batuan termasuk ke dalam batuan yang berpotensi membentuk asam atau batuan yang bukan pembentuk asam (Gautama, 2014).

Salah satu contoh kerusakan lingkungan adalah tercemarnya perairan yang disebabkan oleh limbah industri atau pertambangan yang mengandung logam berat yang biasa disebut air asam tambang. Teknologi pengolahan air asam tambang terbagi menjadi tiga cara yaitu teknologi pengolahan aktif (*active treatment*), teknologi pengolahan pasif (*passive treatment*) dan teknologi pengolahan insitu (*in situ treatment*). Teknologi pengolahan aktif merupakan suatu teknologi yang memerlukan operasi, perawatan dan pemantauan oleh manusia secara terus menerus. Pengolahan aktif terdiri dari aerasi, netralisasi, penghilangan logam, presipitasi kimiawi, proses *membrane*, pertukaran ion dan penghilangan sulfat secara biologi (Said, 2014).

Batugamping merupakan jenis bahan galian non logam yang menjadi bahan baku utama dalam pembuatan semen. Proses penambangan batu gamping (batu kapur) ini terdiri dari beberapa tahapan proses pembongkaran yang bertujuan untuk membongkar atau melepaskan batuan dari batuan induknya, dilanjutkan dengan pemecahan bongkahan batu kapur menjadi diameter ukuran yang lebih kecil.

Berdasarkan uraian di atas maka penelitian ini akan fokus pada waktu pengadukan terhadap proses penetralan asam menggunakan batugamping. Karena sulitnya mendapatkan air asam tambang untuk dijadikan sampel penelitian, maka dibuat air asam tambang hasil rekayasa yakni menggunakan larutan HCl (Asam Klorida) dengan pH yaitu 2,5. Pada penelitian ini akan dicari seberapa lama pengaruh pengadukan terhadap proses penetralan asam dengan menggunakan batugamping.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan 1, 3 dan 5 menit pada proses penetralan asam dengan menggunakan metode ABCC.

METODE PENELITIAN

Batugamping menjadi bahan utama pada penelitian ini. Penelitian ini dilakukan pada skala laboratorium bertempat di Lab. Lingkungan Program Studi Teknik Pertambangan UMI Makassar, sampel batugamping diambil dari makale tana toraja provinsi sulawesi selatan. Metode yang digunakan adalah melakukan beberapa pengujian pada sampel batugamping yang terdiri dari:

1. Analisis XRD (SHIMADZU, Maxima X-7000) bertujuan untuk mengidentifikasi spesies-spesies mineral yang terkandung pada sampel batugamping.
2. Analisis XRF (SHIMADZU, EDX-720/800S) bertujuan untuk mengidentifikasi unsur yang terdapat pada sampel.
3. Analisis pengaruh waktu pengadukan terhadap penetralan asam dengan metode ABCC (*Acid Buffering Characteristic Curve*).

HASIL PENELITIAN

Analisis Uji XRD (*X-Ray Diffraction*)

Pada pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat XRD yang berguna untuk mengetahui komposisi dan jumlah unsur yang terkandung pada batugamping. Hasil pengujian XRD dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji XRD

No	Kode Sampel	Mineral	Estimasi Jumlah wt. %	Keterangan
1	ZU	Kalsit (CaCO_3)	78,1	Unidentified peak ~7,2 %
		Kuarsa (SiO_2)	15,8	
		Magnesit (MgCO_3)	6,2	

Hasil uji XRD (Tabel 1) Menunjukkan bahwa sampel batugamping terdiri atas dominan mineral kalsit yaitu sebanyak 78,1%, komposisi kuarsa sebesar 15,8% dan komposisi magnesit sebesar 6.2%, dengan adanya mineral tersebut sangat berperan penting dalam proses penetralan asam karena tergolong dalam kelompok mineral yang dapat menyerap asam.

Analisis Uji Unsur XRF (*X-ray Fluorescence*)

Analisis selanjutnya yaitu analisis sampel XRF dengan menggunakan sampel batugamping (Tabel 2).

Tabel 2. Hasil uji XRF

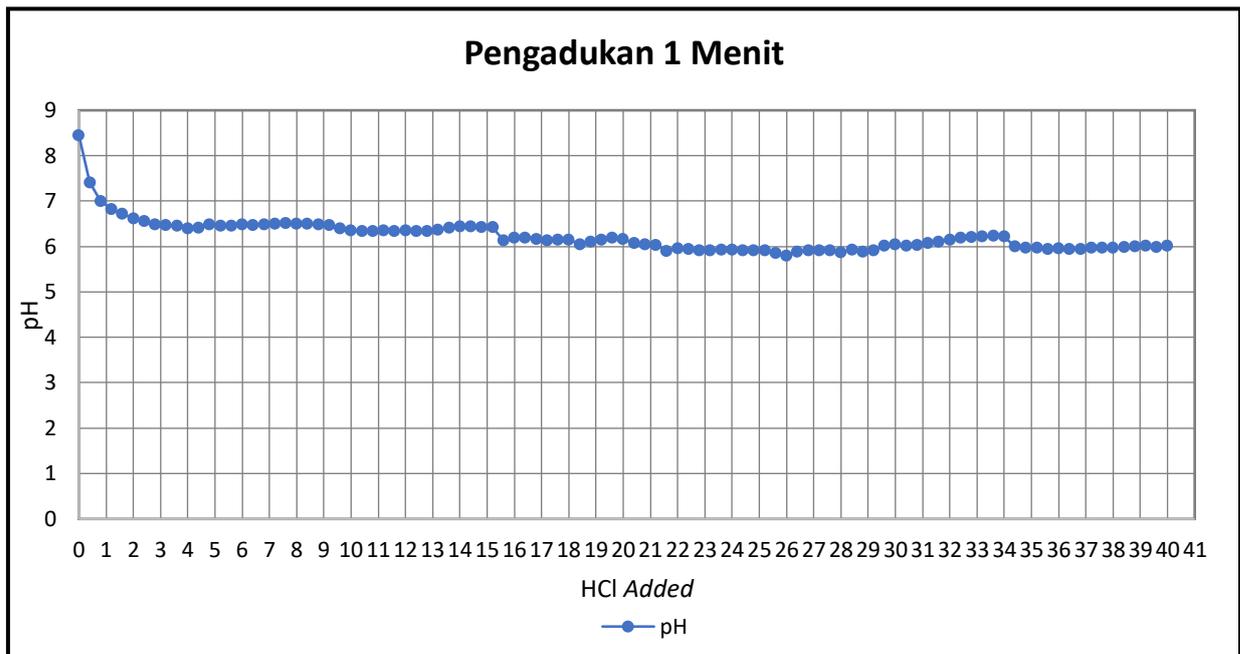
No	Mineral	Komposisi %
1	SiO_2	2,66
2	Al_2O_3	1,03
3	TiO_2	0,06
4	MgO	0,6
5	Fe_2O_3	1,02
6	CaO	53,4
7	Na_2O	0,2
8	K_2O	0,17
9	Cr_2O_3	0,004
10	CO_2	40,72
11	H_2O	0,14

Hasil uji unsur XRF (Tabel 4.2) Mineral yang terkandung dalam batugamping dengan menggu

nakan alat *X-Ray Fluorescence* diperoleh kandungan mineral dari batugamping yaitu SiO_2 2,66%, Al_2O_3 1,03%, TiO_2 0,06%, MgO 0,6%, Fe_2O_3 1,02%, CaO 53,4%, Na_2O 0,2%, K_2O 0,17%, Cr_2O_3 0,004%, CO_2 40,72% dan H_2O 0,14%. Menunjukkan bahwa material Gamping terdiri atas dominan (oksida) silika dan besi oksida, terdapat juga aluminium oksida dan oksida alkali/alkali tanah seperti kalsium, kalium natrium, magnesium. Dari hasil uji XRF menunjukkan adanya kandungan Ca yang terdapat pada sampel Gamping, hal ini mengindikasikan adanya kandungan penetral pada gamping. Kandungan Ca pada gamping adalah sumber alkalinitas sebagai sumber penetral asam.

Analisis Pengaruh Waktu Pengadukan

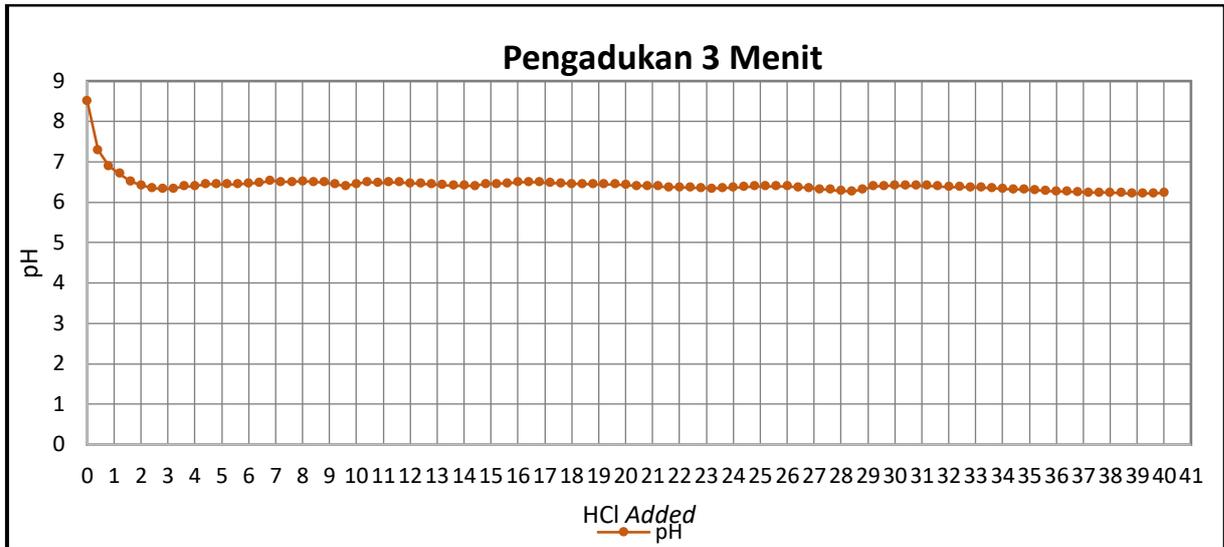
Metode *Acid Buffering Characteristic Curve* (ABCC) melibatkan titrasi lambat sampel dengan asam sambil terus memantau pH. Data ini memberikan indikasi berapa porsi dari *acid neutralizing capacity* (ANC) yang diukur dalam sampel tersedia untuk penetralan asam. Hasil dari percobaan penelitian menggunakan variabel waktu dengan perbandingan antara waktu 1,3 dan 5 menit dengan menggunakan metode *acid buffering characteristic curve* dapat dilihat pada Gambar 1, 2, dan 3.



Gambar 1. Pengadukan 1 Menit

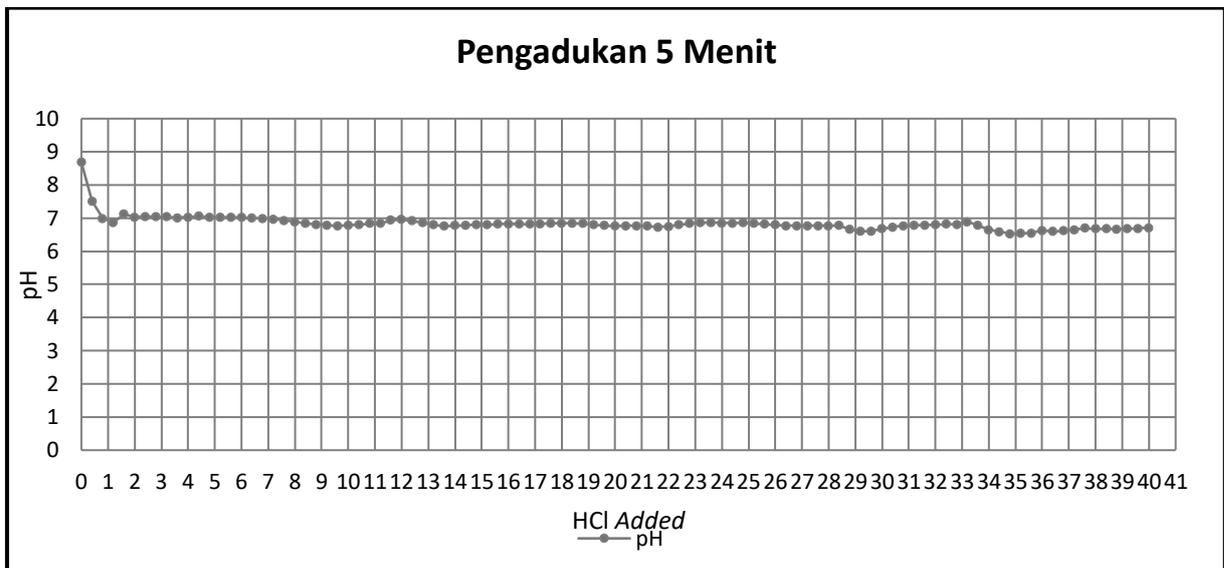
Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai pH yang dihasilkan pada awal percobaan setelah ditetesi HCl mengalami penurunan yang mulanya pH 8,45 menjadi pH 7,41.

Setelah titrasi kedua menunjukkan bahwa nilai pH yang dihasilkan mengalami penurunan sampai mencapai nilai pH yang konstan pada titrasi ke 3 sampai pada titrasi ke 53 (pH 6). Setelah titrasi ke 53 (pH 6) menunjukkan bahwa nilai pH yang dihasilkan mengalami penurunan yang konstan pada titrasi ke 54 sampai pada titrasi ke 73 (pH 5). Akan tetapi pada titrasi ke 74 pH kembali mengalami kenaikan yang konstan hingga titrasi ke 86. Setelah titrasi ke 86 nilai pH yang di hasilkan konstan pada pH 5 tetapi mengalami kenaikan kembali pada titrasi ke 96-100.



Gambar 2. Pengadukan 3 Menit

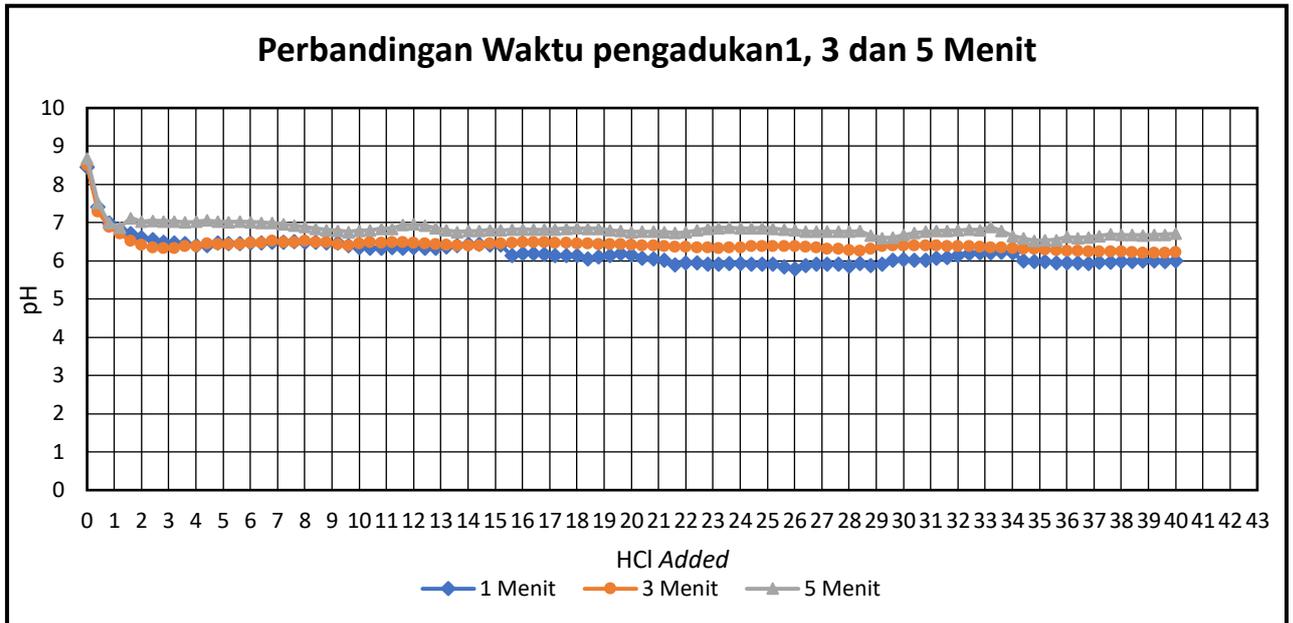
Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai pH yang dihasilkan pada awal percobaan setelah ditetesi HCl mengalami penurunan yang mulanya pH 8,51 menjadi pH 7,29. Setelah titrasi pertama menunjukkan bahwa nilai pH yang dihasilkan mengalami penurunan sampai mencapai nilai pH yang konstan pada titrasi ke 2 sampai pada titrasi ke 100 (40 ml HCl) pH 6.



Gambar 3. Pengadukan 5 Menit

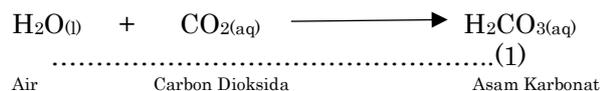
Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai pH yang dihasilkan pada awal percobaan setelah ditetesi HCl mengalami penurunan yang mulanya pH 8,68 menjadi pH 7,51. Setelah titrasi pertama menunjukkan bahwa nilai pH yang dihasilkan mengalami penurunan sampai mencapai nilai pH yang konstan pada titrasi ke 4 sampai pada titrasi ke 13 (pH 7). Pada titrasi selanjutnya (titrasi 14) pH yang dihasilkan Kembali mengalami penurunan (pH 7-6) sampai mencapai pH yang konstan (titrasi 14-100).

Berikut merupakan kurva perbandingan waktu pengadukan antara waktu 1, 3 dan 5 Menit.



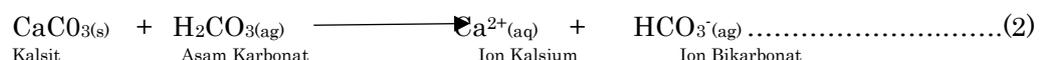
Gambar 4. Perbandingan waktu pengadukan 1, 3 dan 5 menit.

Penurunan nilai pH pada beberapa titik yang awalnya pH 6 menjadi pH 5 (1 Menit), pH 7 menjadi pH 6 (3 Menit), dapat disebabkan beberapa faktor diantaranya reaksi kalsit dengan HCl. Kalsit (CaCO_3) yang mempunyai nilai transfer mol positif sehingga menyebabkan terjadi reaksi pelarutan kalsit oleh air asam sehingga akan menghasilkan gas karbon dioksida (CO_2). Konsentrasi karbon dioksida (CO_2) yang terlarut dalam air menjadi faktor yang mempengaruhi turunnya nilai pH. Penyebabnya adalah karbon dioksida memicu naiknya konsentrasi ion hidrogen yang membuat kadar pH air menurun. Itu artinya ketika karbon dioksida tinggi, secara otomatis pH air akan menjadi asam. Kemudian pada kondisi terlarut, gas karbon dioksida bereaksi dengan air dan membentuk asam karbonat. Proses terbentuknya ion karbonat (CaO_3) dalam senyawa H_2CO_3 karena kelarutan karbon dioksida dalam air dapat dilihat pada reaksi berikut:



Terbentuknya Asam karbonat ini akan mempengaruhi nilai pH, dimana Asam karbonat (H_2CO_3) yang terbentuk akan bereaksi dengan kalsit (CaCO_3) yang akan membentuk ion kalsium (Ca) dan ion bikarbonat (HCO_3). Jika air memiliki konsentrasi kalsium dan ion bikarbonat yang cukup tinggi, maka bisa dipastikan pH-nya akan berubah. Dari yang awalnya rendah, maka pH air akan naik sehingga nilai pH-nya menjadi meningkat. Kenaikan tersebut bisa jadi disebabkan karena terbentuknya ion kalsium (Ca) dan ion bikarbonat (HCO_3). Apabila awalnya asam, maka bisa berubah menjadi netral setelah mendapat tambahan ion karbonat dan bikarbonat

Adapun reaksi antara asam karbonat (H_2CO_3) yang terbentuk dengan kalsit (CaCO_3) akan membentuk ion kalsium dan 2 ion bikarbonat dengan reaksi sebagai berikut:



Seiring banyaknya jumlah penambahan Asam maka ion bikarbonat akan membentuk asam bikarbonat kembali yang menyebabkan larutan akan menjadi asam dan pH larutan akan semakin turun kembali hingga sampai pH yang diinginkan (Narfasiha, 2020).

Berdasarkan kurva perbandingan waktu pengadukan antara 1, 3 dan 5 menit (Gambar 4) memperlihatkan bahwa lama waktu pengadukan berpengaruh pada proses penetralan asam. Semakin lama waktu pengadukan larutan akan semakin *buffer* sehingga dapat mempertahankan pH yang disebabkan karena adanya mineral-mineral yang dapat menyerap asam. Dari hasil uji XRF menunjukkan adanya kandungan Ca yang terdapat pada sampel gamping, hal ini mengindikasikan adanya kandungan penetral pada gamping. Kandungan Ca pada gamping adalah sumber alkalinitas sebagai sumber penetral asam.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada hasil pengujian menggunakan sampel batugamping dengan ukuran 200 *Mesh* yang dicampurkan 100 ml aquades dan ditetesi 40 ml HCl, secara bertahap dengan waktu pengadukan 1 menit diketahui pH awal yang didapatkan yaitu 8,45. Pada waktu 1 menit nilai pH yang didapatkan pada titrasi pertama mengalami penurunan, setelah dititrasi kembali pH mengalami keadaan yang konstan pada pH 5 tetapi mengalami kenaikan pada titrasi terakhir yaitu pH 6,01.
2. Pada waktu pengadukan 3 menit diketahui pH awal yang didapatkan yaitu 8,51. Pada waktu 3 menit nilai pH yang didapatkan pada titrasi pertama mengalami penurunan pH 7,29, setelah dititrasi kembali pH mengalami keadaan yang konstan pada pH 7 dan pH 6 dan bertahan pada pH 6,23 hingga titrasi terakhir.
3. Pada waktu pengadukan 5 menit diketahui pH awal yang didapatkan yaitu 8,68. Pada waktu 5 menit nilai pH yang didapatkan pada titrasi pertama mengalami penurunan pH 7,51, setelah dititrasi kembali pH mengalami keadaan yang konstan pada pH 7 dan pH 6 dan bertahan pada pH 6,71 hingga titrasi terakhir.

Saran yang dapat peneliti berikan adalah:

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan saran dalam penelitian ini bagi teman-teman yang akan melanjutkan penelitian ini agar bisa meneliti dengan menggunakan variabel waktu yang lebih lama untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan yang lebih efektif dalam menetralkan asam dengan menggunakan batugamping.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kami ucapkan kepada Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia yang telah membarikan kesempatan untuk melakukan penelitian.

REFERENSI

- Amira International Limited. 2002. "ARD Test Handbook." *Project P387A, Prediction and kinetic control of acid mine drainage* (May): 42.
- Febrina, Aulia, and Ayuna Astrid. 2014. "Studi Penurunan Kadar Besi (Fe) Dan Mangan (Mn) Dalam Air Tanah Menggunakan Saringan Keramik." *Jurnal Teknologi*7(1):36–44. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/jurtek/article/download/369/341>.
- Gautama, R.S., 2014, Pembentukan, Pengendalian, dan Pengelolaan Air Asam Tambang, ITB, Bandung, Indonesia.
- Ika, Dani. 2009. "Alat Otomatisasi Pengukur Kadar Vitamin C Dengan Metode Titrasi Asam Basa." In *Jurnal Neutrino*, , 1–6.
- Jamarun, Novesar, Yulfitri, and Syukri Arief. 2015. "Pembuatan Precipitated Calcium Carbonate (Pcc) Dari Batu Kapur Dengan Metoda Kaustik Soda." *Jurnal Riset Kimia* 1(1): 20.
- Lake, Yohana. 2015. Studi Pemanfaatan Batu Gamping (CaCO₃) dan Zeolit untuk Menetralkan pH dan Menurunkan Kadar Logam Fe pada Air Asam dari Stockpile Batubara. Teknik Pertambangan , Universitas Nusa Cendana, Kupang
- Mahardika, Bagus Putra, and Abdul Rauf. 2020. "Analisis Efektifitas Masa Pakai Adsorben

- Zeolit Sebagai Bahan Penyerap Kadar Logam Fe Pada Air Asam Stockpile Batubara Pt. Sarana Agra Gemilang Kso PT. Semen Kupang.” *Jurnal Ilmiah Teknologi FST Undana* 14(1): 37–42.
- Narfasiha, Nurfasia, and Ginting Jalu Kusuma. 2020. “Simulasi Pengolahan Air Asam Tambang Menggunakan Open Limestone Channel Skala Laboratorium.” *Jurnal Geomine* 8(April): 32–43.
- Onwardana, M. Eka, Rizni Andari P, Tengku Tibri, and Ediyasa Ardiansyah. 2020. “Studi Efektivitas Penggunaan Kapur Tohor (CaO) Dan Soda Kaustik (NaOH) Pada Pengelolaan Air Asam Tambang.” *Saintek ITM* 33(1): 1–9.
- P. Huatagaol. 2018. “Analisa Ph Dan Alkalinitas Pada Air Umpan Boiler Dari Pabrik Kelapa Sawit Ajamu, Air Batu Dan Pabatu Yang Di Analisa Di PT.Perkebunan Nusantara IV Medan.” *skripsi Studi D-3 Kimia*: 1–45.
- Padmono, Djoko. 2007. “Kemampuan Alkalinitas Kapasitas Penyanggan (Buffer Capacity) Dalam Sistem Anaerobik Fixed Bed.” In *Jurnal Teknik Lingkungan*, , 119–27.
- Rudy, S.P. 2012. Pengelolaan Air Asam Tambang. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*.Vol.15, No.02 :78-90
- Said, Nusa Idaman. 2018. “TEKNOLOGI PENGOLAHAN AIR ASAM TAMBANG BATUBARA ‘Alternatif Pemilihan Teknologi.’” *Jurnal Air Indonesia* 7(2).
- Sari, Dian Kurnia, Euis Kusniawati, and Renta Srimardani. 2020. “Peningkatan Kualitas Air Asam Tambang Menggunakan Zeolit Dan Bakteri Sebagai Media Adsorpsi Dengan Metode Sedimentasi Secara Anaerob Di Pt Bukit Asam, Tbk. Tanjung Enim, Sumatera Selatan.” *Jurnal Teknik Patra Akademika* 11(1): 1–9.
- Zaenuri, Moch, Romadhon Romadhon, and April Gunarto. 2018. “Penelitian Menggunakan Batu Gamping Sebagai Agregat Kasar Dan Filler Pada Aspal Campuran Ac-Bc Fakultas Teknik Universitas Kadiri.” *UkaRsT* 2(1): 28–37